

# TP – Filtrage numérique

**Matériel :** Un GBF numérique "Keysight 33210A", un oscilloscope numérique TDS2001C, une interface SYSAM SP5 + un ordinateur avec Latis-Pro, OpenChoiceDesktop et Python, deux câbles USB-« Synchronie », un jupiter Notebook « Notebook\_TP\_FiltrageNumérique.ipnb » disponible sur le site de la classe, des fils et des câbles coaxiaux.

**Travail préparatoire :** relire le Ch TS3 surtout la partie filtrage numérique.

CE : « **Mettre en œuvre un convertisseur analogique/numérique et un traitement numérique afin de réaliser un filtre passe-bas ; utiliser un convertisseur numérique/analogique pour restituer un signal analogique.** »

La conversion analogique numérique du signal à filtrer sera réalisée à l'aide de la carte d'acquisition SYSAM SP5 et du logiciel Latis-Pro. Le filtrage numérique se fera à l'aide d'un programme Python. On finira par une conversion numérique-analogique par le logiciel Latis-Pro et l'interface SYSAM SP5.

**Créer dans votre espace de travail le répertoire « TP Filtrage Numérique ».**

Télécharger le Jupiter Notebook « **Notebook\_TP\_FiltrageNumérique.ipynb** » fourni sur le site de la classe et le **placer dans le répertoire créé à l'instant.**

Le **renommer « Nom-Prénom-TP-FiltrageNumérique.ipynb »** pour l'envoyer à la fin du TP à l'adresse [valerie.heinrich@club.fr](mailto:valerie.heinrich@club.fr), il servira de compte-rendu.

## I. Conversion analogique-numérique

### 1) Déterminer le nombre de bits de la conversion analogique-numérique

Faire générer au GBF un bruit de très faible amplitude (20 mV) sans composante continue.

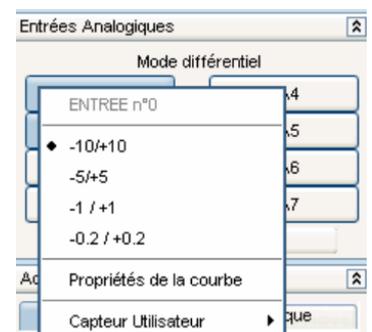
Acquérir ce signal avec Latis-Pro sur l'entrée EA7 en choisissant le calibre -0,2V/+0,2V (cliquer droit sur cette entrée), 10000 points d'acquisition.

Afficher la courbe avec seulement les points de mesure (ne pas les relier).

Dilater l'échelle en ordonnée pour observer le bruit.

Mesurer le pas  $p$  de quantification du signal (il sera nécessaire de zoomer).

En déduire le nombre de bits  $n$  de la conversion analogique-numérique ( $2^n = \Delta V / p$  avec sur ce calibre  $\Delta V = 0,4V$ ).



**Repasser au calibre -10V/+10V sur cette entrée.**

### 2) Acquisition d'un signal sinusoïdal

Avec un GBF générer un signal sinusoïdal de fréquence  $f_c$  égale à 1kHz et d'amplitude inférieure à 10V (par exemple 5V à vérifier avec l'oscilloscope) (L'interface SYSAM SP5 ne supporte pas de signaux d'amplitude supérieure à 10 V).

Lancer l'acquisition de ce signal à l'aide du logiciel Latis-pro. **On choisira le calibre -10V/+10V** et l'échantillonnage et les paramètres d'acquisition de façon à obtenir une très bonne représentation temporelle du signal sur une vingtaine de périodes.

### 3) Création d'un fichier d'entrée texte

Enregistrer le signal numérique créé en format txt dans le répertoire « TP Filtrage Numérique » de votre espace de travail. Pour cela aller dans le menu « Fichier » et choisir « Exporter » de Latis-Pro. On enregistrera les variables temps et signal (dans la fenêtre « Courbes disponibles » choisir une courbe puis glisser-déplacer cette courbe. Choisir le point comme séparateur décimal et la tabulation comme séparateur.

Ouvrir ce fichier et supprimer les lignes de texte et les lignes vides avant les données.

## II. Filtrage numérique passe-bas

### 1) Filtrage

Ecrire l'équation aux différences finies d'un filtrage numérique passe-bas de fréquence de coupure  $F_c$  (voir cours). Compléter le programme python dans le Notebook.

### 2) Création d'un fichier de sortie texte

Effectuer le filtrage numérique de votre signal d'entrée sinusoïdal (de fréquence  $f_c$  égale à 1kHz) pour différentes valeurs de la fréquence de coupure du filtre (par exemple 100Hz et 5000Hz). Commenter les courbes obtenues.

### 3) Filtrage de différents signaux

Reprendre les mêmes étapes pour un signal d'entrée carré de même fréquence  $f_c$  (1kHz). Expliquer ce que vous observez pour différentes fréquences de coupure (100Hz, 5000Hz). Interpréter la forme des courbes observées.

## III. Conversion numérique-analogique

### 1) Observation du signal numérique avec Latis-Pro

Pour le signal d'entrée sinusoïdal (de fréquence  $f_c$  égale à 1kHz) et la fréquence de coupure de 5000 Hz, ouvrir le fichier de sortie (celui que vous avez créé avec python nommé par exemple « Sinus\_Fc\_5000Hz.txt ») avec le logiciel Latis-Pro (Dans le menu « Fichier » choisir « Importer » et faire glisser la première variable en abscisse et la deuxième en ordonnée). Renommer ce signal « Sortie ». Tracer ce signal en fonction du temps.

### 2) Conversion en signal analogique avec Latis-Pro

Dans le menu Emission , cocher « Mode GBF ». Faire générer par Latis-Pro sur la sortie 1 (Voie SA1) un signal de même forme que votre signal « Sortie » : cocher SA1 sortie « active » et choisir la courbe.

L'observer avec l'oscilloscope. Appuyer sur stop pour observer la courbe car elle n'est pas stable. Régler la base de temps pour observer une seule période.

Que pensez-vous de la qualité de la conversion numérique-analogique ainsi réalisée ?

## IV. Observation de l'effet de filtres passe-bas sur un signal bruité

Dans le Jupiter Notebook, écrire de nouveaux programmes pour :

- Créer un signal bruité par un bruit « blanc » (uniforme)
- Coder un lissage par moyenne glissante
- Comparer l'effet sur le signal bruité du filtre passe-bas (pour plusieurs fréquences de coupure) et du lissage.

## V. Création d'un filtre passe-haut

Faire de même pour réaliser un filtrage passe-haut. Choisir un nouveau signal d'entrée pour illustrer le caractère intégrateur ou dérivateur de ce filtre dans un domaine de fréquences.

Observer le tracé par votre programme Python du signal d'entrée et du signal de sortie. Commenter.

**Bilan : rédiger un bilan du TP en quelques phrases.**

**Envoyer le Notebook-compte-rendu à l'adresse [valerie.heinrich@club.fr](mailto:valerie.heinrich@club.fr)**